

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY OTVÍRÁKU LAHVÍ

TECHNOLOGICAL STEPS FOR PRODUCING OF BOTTLE OPENER

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**PAVEL ADAMIEC**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Ing. KAREL NOVOTNÝ, CSc.**

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2008/2009

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Pavel Adamiec

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Technologický postup výroby otváračů lahví**

v anglickém jazyce:

### **Technological steps for producing of bottle opener**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracování literární rešerše, zhodnocení dosavadního způsobu výroby, návrh nového technologického postupu

Cíle bakalářské práce:

- 1) Vypracování literární rešerše pro zadanou problematiku
- 2) Zhodnocení možných variant řešení
- 3) Navržení nového technologického postupu výroby
- 4) Vypracování technické zprávy a výkresové dokumentace
- 5) Vypracování technicko-ekonomického hodnocení navrženého postupu

Seznam odborné literatury:

- 1) KOTOUČ, J. a kol.: Tvářecí nástroje, ČVUT Praha 1993
- 2) fa.SCHULER: Handbuch der Umformtechnik 1996
- 3) kolektiv autorů: Lisování, SNTL Praha, 1971

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Karel Novotný, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

V Brně, dne 19.11.2008

L.S.

---

doc. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

## ANOTACE

ADAMIEC Pavel: Návrh technologického postupu výroby otvíráku lahví . Bakalářská práce. 3.roč. šk.r. 2008/2009, studijní skupina 3P1. FSI VUT v Brně, Ústav strojírenské technologie, odbor tváření, květen 2009 str.35, obr.24, tab.3, příloh 7

---

Projekt vypracovaný v rámci bakalářského studia oboru 2307 předkládá návrh technologického postupu výroby tvářením za studena z ocelového plechu 17 240. Na základě literární studie plošného tváření , stříhání a výpočtu bylo navrženo stříhání na postupovém nástroji. Stříhadlo využívá normalizovaných komponent. Střížník a střížnice jsou vyrobeny ze slitinové nástrojové oceli 19 436.

Klíčová slova: Plošné tváření, postupové stříhání, ocel 19 436

## ABSTRACT

ADAMIEC Pavel: Technological steps for producing of bottle opener . Thesis of the bachelor's studies the third year. School year 2008/2009, education group 3P1. FSI VUT in Brno Institute of Technology, Department of Forming. May 2009,pages 35, pictures 24 , tables 3, supplement 7.

---

The project elaborated in frame of bachelor's studies branch 2307. The project is submitting technological steps for producing from the sheet metal forming sheet iron 17 240. Pursuant to of the literary pursuit a problem of the sheet metal forming, cutting and calculation was designed cutting with processual tool. Cutting die is using of standardised component. Cutting die are produced from alloyed instrumental steel 19 436.

Keywords: sheet metal forming, processual cutting, 19 436 steel

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 25.5.2009

.....  
Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto děkuji panu doc. Ing. Karlu Novotnému, CSc. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce.

## **OBSAH**

**Zadaní**

**Anotace**

**Prohlášení**

**Poděkování**

**Obsah**

<b>1. ÚVOD</b>	6
1.1. Způsoby tváření	6
1.2. Plošné tváření	7
<b>2. STŘÍHANÍ</b>	8
2.1. Způsoby stříhaní	8
2.2. Rozdělení stříhaní	10
2.2.1. Stříhaní rovnoběžnými noži	10
2.2.2. Stříhaní šikmými noži	10
2.2.3. Stříhaní kruhovými noži	12
2.2.4. Stříhaní noži na profily, tyče a trubky	12
2.3. Hospodárné stříhaní výchozího materiálu	13
2.4. Nástřihový plán	14
2.5. Určení střížné síly a střížné práce	15
2.6. Střížné nástroje	16
2.7. Rozměry střížníku a střížnice	17
2.8. Materiály použité na střížné nástroje	18

<b>2.9.</b>	Materiál zvolený k výrobě otvíráku lahví .....	19
<b>3.</b>	<b>MOŽNOSTI VÝROBY OTVÍRÁKU LAHVÍ .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.</b>	Konstrukční výpočty .....	20
<b>3.2.</b>	Rozmístění výstřižků na pásu plechu .....	21
<b>4.</b>	<b>EKONOMICKÉ VYUŽITÍ MATERIÁLU.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1.</b>	Výroba z tabule plechu .....	22
4.1.1.	Varianta A.....	22
4.1.2.	Varianta B .....	23
<b>4.2.</b>	Výroba ze svitku plechu .....	24
<b>4.3.</b>	Cenové zhodnocení výroby .....	25
4.3.1.	Varianta A .....	25
4.3.2.	Varianta B z tabule plechu .....	25
4.3.3.	Varianta B ze svitku plechu .....	25
<b>5.</b>	<b>NÁVRH VÝROBY OTVÍRÁKU LAHVÍ .....</b>	<b>26</b>
<b>5.1.</b>	Volba nejvhodnější varianty z nástřihového plánu.....	26
<b>5.2.</b>	Výpočty jednotlivých veličin .....	28
<b>5.3.</b>	Rozměry střížníku a střížnice .....	30
<b>5.4.</b>	Určení těžiště .....	31
<b>6.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>33</b>

Seznam použitých symbolů a zkratk

Seznam použité literatury

Přílohy



# 1. TVÁŘENÍ [2,3]

## 1.1. Způsoby tváření [2,3]

Tváření kovů rozumíme technologický (výrobní) proces, při kterém dochází k požadované změně tvaru výrobku nebo polotovaru, příp. vlastností, v důsledku působení vnějších sil. Podstatou tváření je vznik plastických deformací, ke kterým dojde v okamžiku dosažení napětí na mezi klusu pro daný materiál.

Výhodami tváření jsou vysoká produktivita práce, vysoké využití materiálu a velmi dobrá rozměrová přesnost tvářených výrobků.

Nejdůležitější rozdělení technologií pro zpracování kovů je podle fyzikální podstaty dějů, tzn. podle vztahu teploty tvářeného materiálu k teplotě rekrytalizace.

**Tváření za studena** - tváření pod rekrytalizační teplotou, kdy dochází ke zpevňování materiálu a zrna se deformují ve směru tváření, vytváří se textura. Zpevněním se zvyšují mechanické hodnoty (mez pevnosti a mez klusu) a klesá tažnost. Výhodou je vysoká přesnost rozměrů, kvalita povrchu (nenastává okujení) a zlepšování vlastností zpevněním. Nevýhodou je nutnost používat velké tvářecí síly, nerovnoměrné zpevnění a omezená tvárnost materiálu.

**Tváření za tepla** - probíhá nad rekrytalizační teplotou. Materiál se nezpevňuje a k tváření stačí síly až desetkrát menší, než u tváření za studena. Nevzniká textura, ale povrch je nekvalitní vlivem okujení.

## 1.2. Plošné tváření [2,3]

Technologie plošného tváření se týká tváření při němž je třetí hlavní deformace zcela zanedbatelná a výchozím polotovarem je přístřih plechu, tj. materiálů charakteristických převažováním dvou rozměrů nad třetím (stříhání, ohýbání, tažení, tvarování)

### Stříhání (kap. 2.)

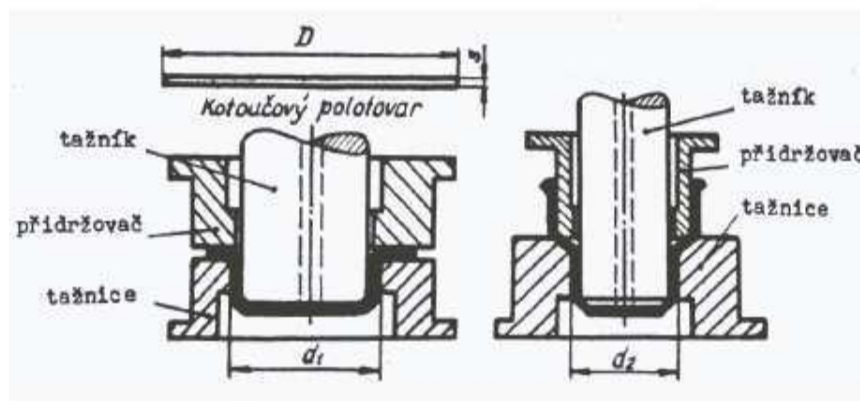
#### Ohýbání

Ohýbání pomocí nástroje ohýbadla, skládajícího se z ohybníku a ohybnice. Ohnutí tělesa do žádoucího tvaru využívá stejných zákonů plasticity jako ostatní způsoby tváření – překročením meze klusu dosáhneme oblasti plastické deformace. Plastická deformace je doprovázena deformací elastickou. Pominou-li vnější síly na deformované těleso, rozměry tělesa se částečně vrátí do původních, tj. těleso odpruží.

#### Tažení

Podle tvaru výlisku můžeme proces tažení dělit na tažení mělké a hluboké, tažení bez a se ztenčením stěny, tažení rotačních a nerotačních tvarů a dále tažení nepravidelných tvarů.

Hlavní funkční části taženého nástroje jsou tažník a tažnice. U tenkých plechů je ještě zapotřebí doplnit nástroj přidržovačem, který zabraňuje zvlnění plechu při tažení. Celkové přetvoření plechu při tažení hlubších nádob je značné, celou nádobu zpravidla nelze vytáhnout v jedné operaci. Proto se první tah provádí mělký a o velkém průměru. Potom tažení pokračuje dalším tahem a to vždy na menší průměr. Současně roste výška výtažku.



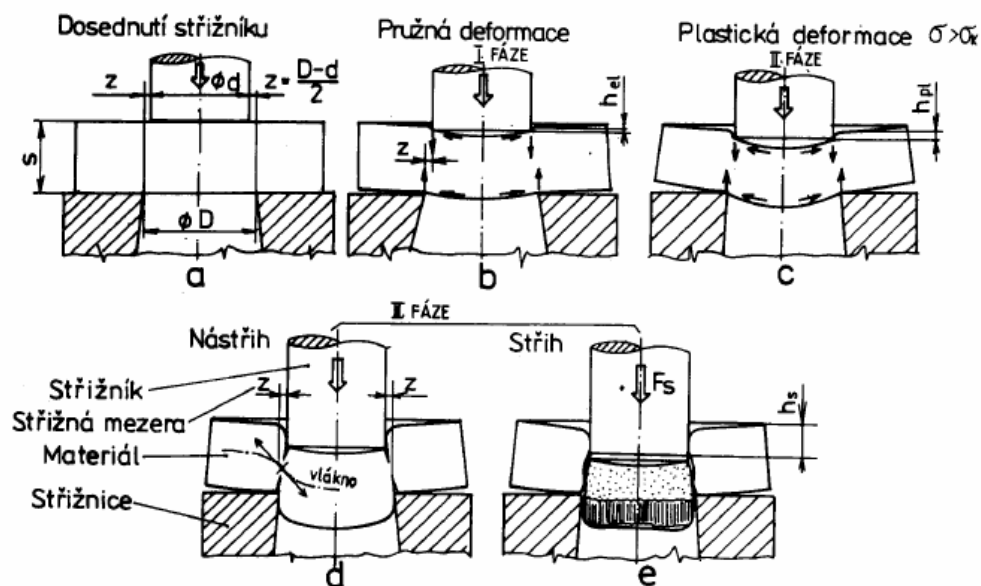
Ob.1 Tažení

## 2. STŘÍHÁNÍ [1,2,3,]

### 2.1. Způsoby stříhání [2,3]

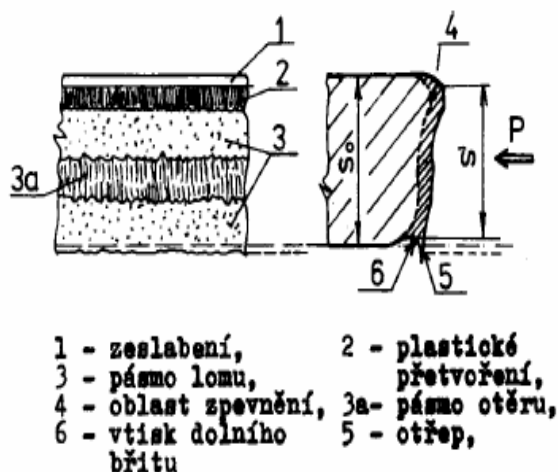
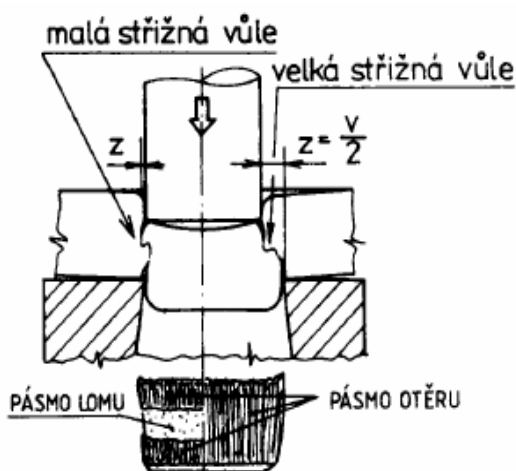
Stříhání je základní operací dělení materiálu, která je u kovů zakončena porušením – lomen v ohnisku deformace. Vlastní plastické přetvoření je sice průvodním, ale zároveň nežádoucím jevem. Materiál se odděluje postupně, nebo současně podél křivky stříhu dané relativním pohybem dvou břitů, které vytvářejí nutné střížné – smykové napětí.

Průběh stříhání můžeme vysvětlit na příkladu geometrického modelu prostřihování s uzavřenou křivkou stříhu danou obvodem výstřižku, střížníku a střížnice. Proces stříhání má tři základní fáze. V první fázi po dosednutí střížníku dochází k pružnému vníkaní do povrchu střížného materiálu. Hloubka vníku závisí na mechanických vlastnostech materiálu a bývá  $h_{el} = (5 \text{ až } 8\%)s$ . Dvojice sil mezi hranami střížníku a střížnice způsobuje ohyb. Ve druhé fázi je napětí ve směru vníkaní větší než je mez klusu kovu a dochází k trvalému plastickému přetvoření. Podle druhu kovu a jeho mechanických vlastností je hloubka plastického vníknutí  $h_{pl} = (10 \text{ až } 25\%)s$ . Ve třetí fázi dosáhne napětí meze pevnosti ve stříhu  $\tau_s$ . Nejdříve vznikne tzv. nástřih, tj. tvoření trhlinek, které je podporováno tahovým normálovým napětím ve směru vláken. Trhliny se rychle šíří až dojde k oddělení výstřižku. Rychlost vzniku a postupu trhlin je závislá na mechanických vlastnostech stříhaného materiálu a na velikosti střížné vůle  $v = 2z$ . Tvrdý a křehký materiál se oddělí rychle při malém vníknutí střížných hran  $h_s = 10\%s$ . Měkkých a houževnatých materiálů dochází ke vzniku trhlin – nástřihu a jejich šíření pomalu a hloubka vníknutí střížných hran v okamžiku oddělení bývá až  $h_s = 60\%$ .



Obr.2.Průběh stříhání s normální střížnou vůlí

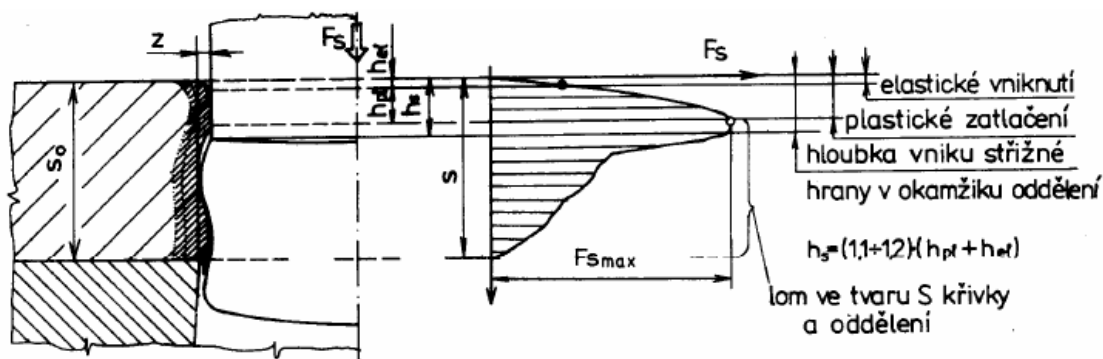
Při stříhání s normální vůlí se trhliny po nástřihu šíří tak, že v okamžiku stříhu se setkají. Na obr 3 je schématicky znázorněn nástřih při malé i příliš velké střížné vůli jejichž důsledkem je rozšíření pásma otěru na větší část střížné plochy. Vzhled střížné plochy při normální střížné vůli znázorňuje obr.4.



Obr.3. Schéma stříhání při malé a velké střížné vůli

Obr.4. Vzhled střížné plochy při normální střížné vůli

Charakteristický průběh střížné síly v závislosti na hloubce vniknutí střížníku je na Obr.5. Po krátké dráze elastického vniknutí břitu – napěchování kovu pod břitem dochází k plastickému přetvoření. I když se střížná plocha zmenšuje, dochází vlivem lokálního zpevnění k plynulému nárůstu síly. Po vzniku nástřihu (první porušení trhlínami) nastává ještě mírný a plynulý pokles síly až po hloubku vniknutí  $h_s$ , kdy dojde k úplnému porušení lomem ve tvaru S křivky a k následnému oddělování výstřížku s výrazným poklesem síly. Lokální snížení výrazného gradientu poklesu střížné síly je způsobeno vzájemným otěrem vytvořené S plochy. Zpevněná oblast zasahuje 20 až 30% tloušťky  $S_0$ .



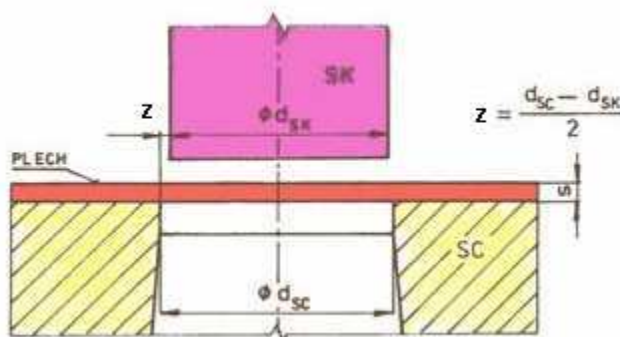
Obr.5. Charakteristický průběh střížného procesu a střížné síly

## 2.2. Rozdělení stříhání

[2,3,5]

### 2.2.1. Stříhání rovnoběžnými noži

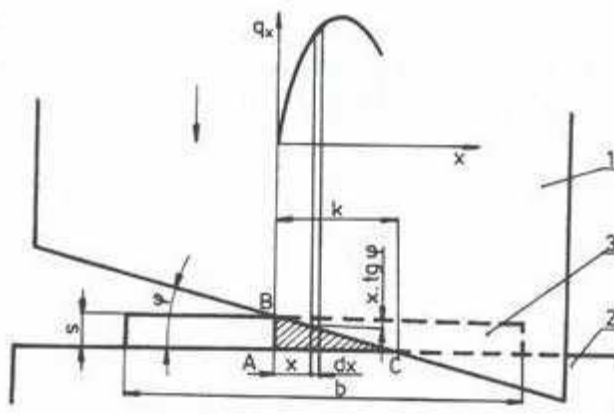
Ke stříhání rovnoběžnými noži se používá střížný nástroj, který se skládá ze střížníku a střížnice mezi kterými je střížná vůle, resp. Střížná mezera  $z$  ( $1/2$  střížné vůle). Nelze totiž bez zvláštních úprav postavit nástroj bez mezery kvůli nebezpečí havárie. Na docílení kvalitního výstřižku je důležitá optimální vůle mezi střížníkem a střížnicí. Jednostranná vůle bývá od 3 do 10% tloušťky plechu v závislosti na tloušťce a pevnosti materiálu (s rostoucí pevností se vůle zvětšuje).



Obr.6. Schéma stříhání pomocí střížného nástroje

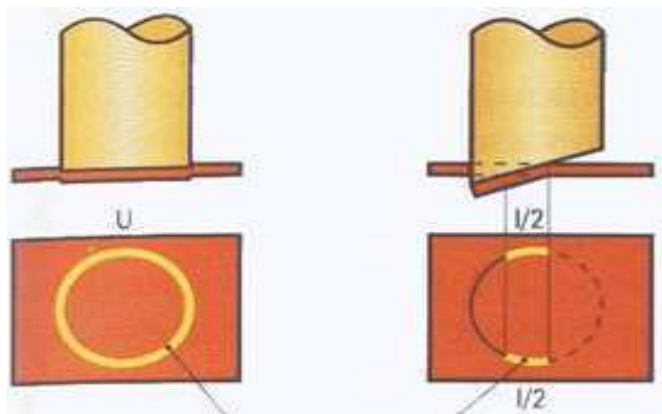
### 2.2.2. Stříhání šikmými noži

Stříhání šikmými, skloněnými, noži, které při stříhání svírají určitý úhel je vhodné proto, že se při tomto způsobu zmenší celková potřebná střížná síla oproti stříhání na rovných nožích. Materiál se stříhá postupně. Pro velikost střížné síly bude rozhodující velikost střížné hrany a tloušťky – plochy trojúhelníka.



Obr.7. Stříhání skloněnými, šikmými noži

Podobně jak u jednoduchého rovného stříhání je i v tomto případě průběh okamžité síly možno regulovat, i když naproti tomu se celková práce, vynaložená na stříhání, nezmenší. U nástrojů, stříhadel, složených ze střížníku a střížnice, používaných pro dva nejrozšířenější způsoby stříhání, tj. děrování a vystřihování, to lze provést dvěma způsoby:

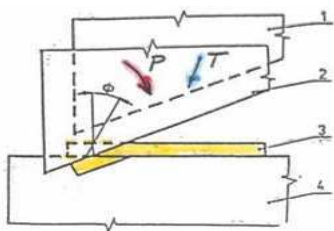


Obr.8.Porovnání délky stříhu rovnými a šikmými noži

Stříhadla se zkoseným ostřím používáme tehdy, když chceme zmenšit střížnou sílu, která je větší jak síla lisu. Na vystřihování se zkosení dělá oboustranné a to na střížnici, výrobek je rovný, odpad ohnutý. Způsob oboustranného zešikmení vyrovnává síly na střížníku a nevychyluje osy. Jednostranné zkosení střížníku se používá jen pro nastřihování. U děrování je střížnice rovná a střížník zkosený, výrobek je rovný, odpad ohnutý. Při stříhání složitých tvarů se nedoporučuje provádět zkosení ostří.

Do šikmého stříhu počítáme i pákové nůžky, jejichž nože se pohybují úhlovým sklápěním. Protože sklápění přímkových nožů se úhel  $\lambda$  mění, staví se často pákové nůžky s jedním nebo oběma noži obloukovými, takže úhel  $\lambda$  zůstává po střížné čáře konstantní.

Zvláštním způsobem stříhání se skloněnými noži je taháný stříh, kdy úhel stříhu (tažení)  $f$  je roven 2 až 10° a tento způsob je používán pro stříhání vláknitých látek, kde se sníží střížná síla až o 20 % při uhlu  $f = 70^\circ$ .

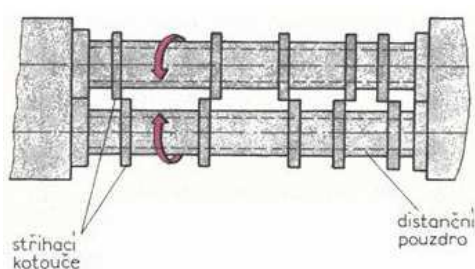


- 1-výchozí poloha pohyblivého nože
- 2-poloha pohyblivého nože při stříhu
- 3-dolní pevný nůž
- 4-střížný materiál

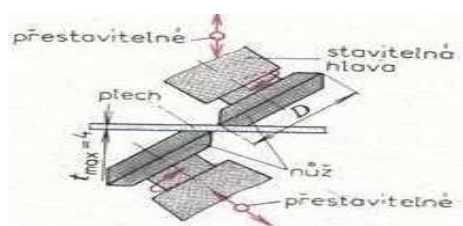
Obr.9.Stříhání materiálu taháným stříhem

### 2.2.3. Stříhání kruhovými noži

Pro podélné stříhání dlouhých pásů se staví nůžky kotoučové, kruhové. Je to střížný nástroj s odvalovacími se noži. Použití kruhových nožů prodlužuje čas stříhu, ale snižuje rázy při stříhání. Sklon řezné hrany se mění od nejvyšší hodnoty v místě záběru do nuly. Kombinace dvoj kuželového a válcového nože je určena pro stříh zakřivených tvarů, s výhodou skloněných os nástrojů. Na křivkové stříhání je potřeba zvolit průměr nožů co nejmenší. To umožňuje konstrukci nůžek s dlouhými rameny nesoucími kotouče, a tím i snadnou manipulaci se stříhaným materiálem. Speciálním nástrojem jsou kmitací nůžky. Slouží k ostříhování výlisků a k vystřihování drážek a děr. Maximální tloušťka materiálu je kolem 10 mm.



Obr.10. Kotoučové nůžky



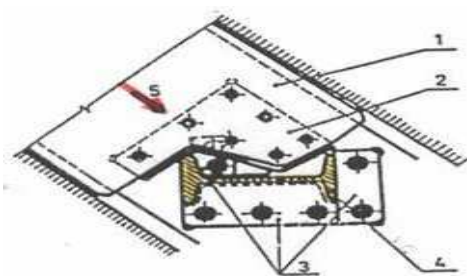
Obr.11. křivkové nůžky

### 2.2.4. Stříhání noži na profily, tyče a trubky

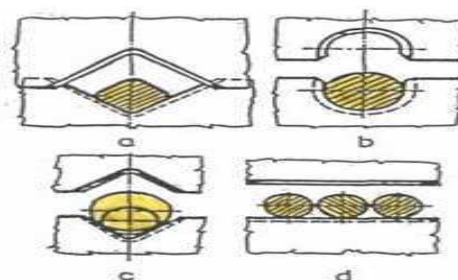
Často se stříhá také profilový materiál, čtvercový, kruhový, atd. Zatímco příčný průřez funkčních částí nástrojů zůstává ve všech případech beze změny, mění se podélný tvar podle účelu stříhu.

Při stříhání jakéhokoli profilového materiálu platí zásada, aby přestřihovaná tloušťka v každém okamžiku byla téměř stále stejná. Této zásadě se potom přizpůsobuje obrys pohyblivého nože. Při šikmém posuvu pohyblivé části nástroje se docílí rovnoměrného průběhu střížné síly v závislosti na zdvihu, než kdyby se volil pohyb nože podle některého průřezu.

Při stříhání trubek, při jejich pokud možno minimálním zdeformování, má pohyblivá část nástroje tvar oblouků zakončených špičkou. Zašpičatělá část nejprve trubku propíchne, boky potom trubku stříhají tak, že výslednice sil na břitě směřuje kolmo vůči směru nejvyšší tuhosti. Střížná mezera není rovněž po celé délce stejná, od krajů směrem ke středu roste.



Obr.12. Nože na stříhání profilů



Obr.13. Nože na kruhový a čtvercový mat.


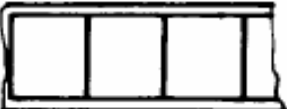








## 2.3. Hospodárné stříhaní výchozího materiálu [2,3]

Plechý a pásový materiál patří mezi úzkoprofilové polotovary. Je proto nutné, jak z hlediska výrobní ekonomie, tak i z hlediska národohospodářského, co nejvíce s nimi šetřit. Dobrého využití se docílí v první řadě dokonalým vyřešením nástřihových plánů, které zaručují nejužší využití výchozího materiálu.

Výstřížek je stříhaná součást nebo polotovar pro další zpracování. Má být technologicky navržen a na výchozím materiálu (tabuli nebo pásu svitku) umístěn tak, aby se maximálně využila plocha materiálu a zmenšila velikost odpadu. Při tom je nutné přihlížet k funkčním rozměrům, požadované přesnosti, směrem vláken a k dalším konstrukčním zásadám, směřujícím k zajištění zdárného průběhu další tvářecí operace.

### Možné způsoby kombinace výstřížků

Výstřížky můžeme kombinovat při stanovení střížného plánu mnoha způsoby. Typy kombinací se seskupují do několika skupin. Při tvoření stříhacích plánů se vychází někdy z více druhů výstřížku, takže se kombinují na tentýž výchozí materiál několik výstřížků společně.

Typ stříhu	Stříhací náčrtek	
	s přepážkou	bez přepážky
Přímý		
Jednořadý		
Víceřadý		
Šikmý		
Vstřícný		

Obr. 14. Způsoby kombinací výstřížků



## 2.4. Nástrihový plán [2,3]

Stříhací plány jsou podklady pro tvoření THN. Vyjadřují způsob stříhání výstřížků z tabulového nebo pásového polotovaru, určují počet výstřížků a jejich rozměrové a hmotnostní údaje. Zhotovují se pro každý výrobek nebo jejich součásti, jehož základní tvar se vystřihuje z výchozího materiálu.

V místě, určeném pro náčrtek, se nakreslí způsob vystřižení výstřížku. Je-li třeba k vystřižení součásti nejprve tabuli plechu rozstříhnout na pásy a z pásu stříhat výstřížky, nakreslí se obě operace.

Při zpracování nástrihového plánu se určuje :

1) Šířka pásu – stanoví se uspořádání výstřížků na pásu, určí se velikost přepážek a okrajů

2) Počet kusů z pásu – množství kusů na jednom pásu (u tabule je délka známa, u svitku se určuje počet kusů na jeden metr)

3) Počet pásů z tabule – podle šířky pásu se stanoví počet pásů, které je z tabule možno ustříhnout

4) Počet výstřížků z tabule – kolik výstřížků je možno udělat z jedné tabule (výpočet: počet kusů z pásu x počet pásů z tabule)

5) Procento využití pásu – Slouží jako ukazatel nejvýhodnější varianty rozmístění výstřížků na pásu plechu. Stanoví se:  $\text{využití pásu} = \frac{m \cdot F_v}{F_p} \cdot 100 \quad [\%]$

m – počet výstřížků

F<sub>v</sub> – plocha hotového výstřížku

F<sub>p</sub> – je plocha pásu

6) Procento využití tabule – Stanoví se :  $\text{využití tabule} = \frac{m \cdot F_v \cdot x}{F_t} \cdot 100 \quad [\%]$

x – počet pásů z tabule

F<sub>t</sub> – plocha tabule

## 2.5. Určení střížné síly a střížné práce

[2,3]

### Určení střížné síly

$$F_s = n \cdot \tau_s \cdot S \quad [N]$$

S – střížná plocha

$$S = L \cdot t \quad [mm^2]$$

n – opravný součinitel na opotřebení nástroje (1,2 až 1,5) [-]

$\tau_s$  – střížný odpor materiálu [Mpa] ( $\tau_s = 0,8 R_m$ )

L – střížný obvod [mm]

t – tloušťka plechu [mm]

### Určení střížné práce

$$A = \frac{k \cdot F_s \cdot t}{1000} \quad [J]$$

k – koeficient závislý na tloušťce a druhu materiálu (0,6 až 0,5) [-]

F<sub>s</sub> – střížná síla [N]

t – tloušťka plechu [mm]

## 2.6. Střížné nástroje [1]

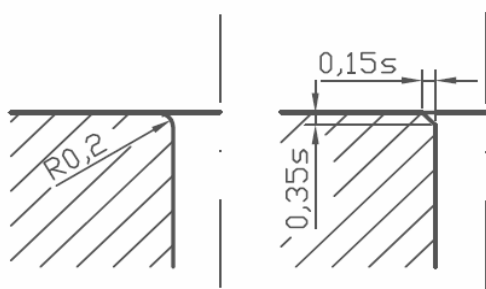
Pro střížné nástroje jsou konstrukční vlivy tvar střížných částí a vůle v nástroji. U většiny střížných nástrojů jsou střížník a střížnice na čele rovné a ke stříhu dochází po celé délce střížného obvodu najednou. V případě potřeby snížení střížných sil, popř. jde-li o to, narovnat v nástroji tenký polotovár při stříhu, používá se šikmých střížníků, které tečnou složkou střížné síly vyrovnají při stříhu polotovaru.

Velikost střížné vůle má vliv na svařitelnost plechu, na kvalitu střížné plochy a objem deformovaného materiálu.

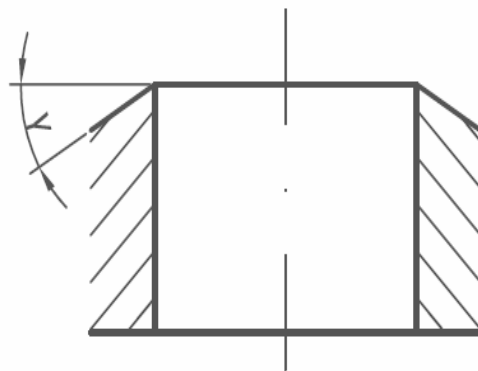
### Přesné stříhání:

Pro případ přesného stříhání se používá činných částí, vyvolávajících v oblasti stříhu dodatečné plastické deformace ve stříhaném obvodu a to zaoblením nebo zkosením střížníku (pro vnější rozměr), popř. střížnice (pro vnější rozměr) střížného obvodu na obr. č. je patrná geometrie střížné hrany střížnice nebo střížníku. Úprava se provádí i při přesném stříhání s nátlacnou hranou, kde se pro zvýšení kvality střížné plochy opatřuje nástroj rovněž sražením střížné hrany, o řád nižším, než udává obr.. V některých případech stříhání vnějšího obvodu se používají pro dosažení dobrého povrchu stříhání se zápornou vůlí, kde se střížnou vůlí zvětšuje průměr střížníku proti střížnici. Záporná vůle se pohybuje v rozmezí 2 až 5% tloušťky stříhaného polotovaru a platí, že čím jsou mechanické vlastnosti polotovaru vyšší, tím je záporná vůle menší.

Otvírák lahví by bylo možné vyrobít i technologií přesného stříhání, ale vzhledem k ekonomické náročnosti a příliš velké přesnosti, je použití této technologie nevhodné.



Obr.15 . Tvar střížné hrany pro přesné stříhání v jedné operaci



Obr.16 .Tvar přistřižovací střížnice

Samostatnou skupinu tvoří geometrie střížnic pro přistřižování. Napětové poměry jsou zde zcela odlišné od stříhání a jsou totožné s poměry obrábění. Přídavek na přistřižení (odebíraný v jedné nebo více operacích) je odstraňován ve formě třísek. Střížník nebo střížnice musí mít pak geometrii protahovacího trnu, kde úhel čela se pohybuje od 10 do 16° podle přistřižovaného polotovaru materiálu. Čím vyšší jsou mechanické vlastnosti stříhaného materiálu, tím menší musí být úhel podle obr.č.

## 2.7. Rozměry střížníku a střížnice [2,3]

Při stanovení rozměrů pracovních částí stříhadla se jedna jeho pracovní část považuje za základní. Při vystřihování to obvykle bývá střížnice, při děrování střížník. Rozměry základní pracovní části jsou voleny podle tvaru, rozměrů a tolerancí výstřižků, druhá část se upravuje podle základní části s ohledem na střížnou vůli.

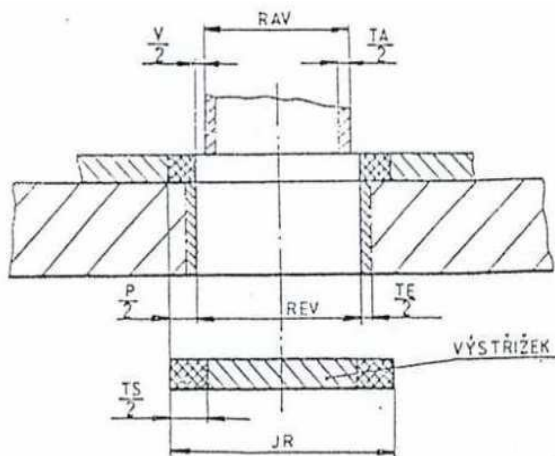
Při práci stříhadla dochází vlivem opotřebení ke změně rozměrů jeho pracovních částí a tím i ke změně vnějších a vnitřních rozměrů výstřižků jeho pracovních částí a tím i ke změně vnějších a vnitřních rozměrů výstřižků. Některé rozměry výstřižků se tím zvětšují nebo zmenšují, jiné se nemění.

### Výpočet rozměrů a volby tolerancí při vystřihování:

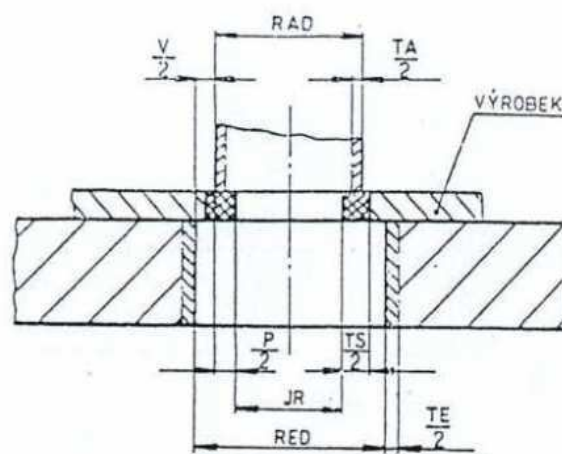
Při vystřihování vnějšího obrysu součástky jsou rozměry výstřižku závislé na rozměrech střížnice. Proto její opotřebení má bezprostřední vliv na přesnost výstřižku. Při stanovení rozměru střížnice je účelné část tolerance součástky (TS) použít jako přídavek pro omezení vlivu opotřebení střížnice na přesnost výstřižku.

### Výpočet rozměrů a volba tolerancí při děrování:

Při děrování jsou rozměry otvoru závislé na skutečných rozměrech střížníku. Proto opotřebení střížníku je příčinou zmenšení děrovaného otvoru. Je proto účelné zvětšit rozměr střížníku o podstatnou část tolerance TS s ohledem na jeho postupné opotřebování.



Obr.17. Vystřihování



Obr.18. Děrování

REV – rozměr střížnice při vystřihování  
RAV – rozměr střížníku při vystřihování  
JR – jmenovitý rozměr součásti  
V – střížná vůle

TS – tolerance jmenovitého rozměru  
P – přípustná míra opotřebení  
TE – výrobní tolerance střížnice  
TA – výrobní tolerance střížníku

Tabulky se vzorci, pro výpočet střížníku a střížnice při vystřihování a děrování jsou uvedeny v příloze.

## 2.8. Materiály použité na střížné nástroje [4]

1.2080, 19 436 ,X210Cr12

Nástrojová, vysokolegovaná , chromová ocel pro práci za studena

### Chemické složení:

Cr 11,0 – 12,5%, Ni max. 0,50 % C 1,80 – 2,05 %, Mn 0,20 – 0,45%, Si 0,20 – 0,45%,  
P max. 0,030 %, S max. 0,035%

### Mechanické vlastnosti:

Pevnost v tahu Rm 800 - 850 MPa

Dosažitelná tvrdost po kalení 64 HRC

### Odolnost:

Odolnost proti korozi snížena, vysoká odolnost proti otěru , vysoká odolnost řezné hrany.  
Vysoká pevnost v tlaku

### Tepelné zpracování:

Žíhaní na měkko , žíhaní ke snížení vnitřního pnutí , kalení, popouštění.

### Technologie zpracování:

Tepelné zpracování: Žíhaní na měkko , žíhaní ke snížení vnitřního pnutí , kalení, popouštění.  
Obtížná svařitelnost , obrobitelnost (soustružení 9b, frézování a vrtání 9b, broušení 6b)

### Použití:

Řezné nástroje – nástroje na obrábění měkkých kovových materiálů menšími rychlostmi, zejména nepřerušovaným řezem ( soustružnické nože, výhrubníky, závitníky, protahovací trny).

Nástroje pro stříhání za studena – velmi namáhané nástroje s velkou výkonností a životností pro stříhání a děrování kovových materiálů ( do 4 mm). Střížnice pro přesné stříhání, nože strojních nůžek a další.

Formy - malé, velmi namáhané formy, nebo díly forem s velkou životností pro tváření plastů, lisování kovových i nekovových materiálů ( porcelán, keramika , sklo). Nástroje pro drcení a mletí.

## 2.9. Materiál zvolený k výrobě otvíráků lahví

[4]

1.4301, 17 240, X5CrNi 18-10  
Nerezová, chrom niklová ocel

### Chemické složení:

Cr 17 - 19,5 %, Ni 8 - 10,5%, C < 0,07%

### Mechanické vlastnosti:

Pevnost v tahu Rm 520 - 720 MPa  
Mez pružnosti Rp 0,2 min. 210 MPa  
Tažnost A80mm min. 45 %  
Žíhací teplota 1000-1100°C chlazení vodou, intenz. vzduchem  
Nemagnetická  
Nekalitelná

### Odolnost:

Proti korozi v prostředí běžného typu ( voda, slabé alkálie, slabé kyseliny, průmyslové a velkoměstské atmosféry ).Náchylnost k mezikrysalické korozi v oblasti tepelného ovlivnění (např.u svarů - CrC vznikají již od teploty 450° C ).

### Technologie zpracování:

Je svařitelná ale v oblasti svaru náchylná k mezikryst.  
korozi.U průvarů nad 5mm tl. nutno žíhat svařenec.  
Zpracovává se stříháním , ohýbáním, tažením.  
Trísková obrobiteľnosť je dobrá.  
Leštitelná.

### Použití:

Běžné produkty k obecnému použití (gastronomická zařízení, vnější konstrukce, externí architektura, vodárny).  
Chemické složení vyhovuje normě pro použití výrobků pro potraviny a pitnou vodu. Max teplota 450°C.

### 3. MOŽNOSTI VÝROBY OTVÍRÁKU LAHVÍ



Obr. 20. 3D model otvíraku lahví

#### 3.1. Konstrukční výpočty

##### Výpočet velikosti kroku:

Varianta A (jednořadé uspořádání)  $l_k = E + š = 3,5 + 35 = 38,5\text{mm}$  (1)

$E$  – velikost můstku (volím z tabulek) [mm]

$š$  – šířka součásti [mm]

Varianta B (vstřícné uspořádání)  $l_k = 63\text{mm}$  (2)

Velikost kroku je dána součtem dvou můstků a dvou opačně orientovaných součástí.

##### Výpočet šířky pásu:

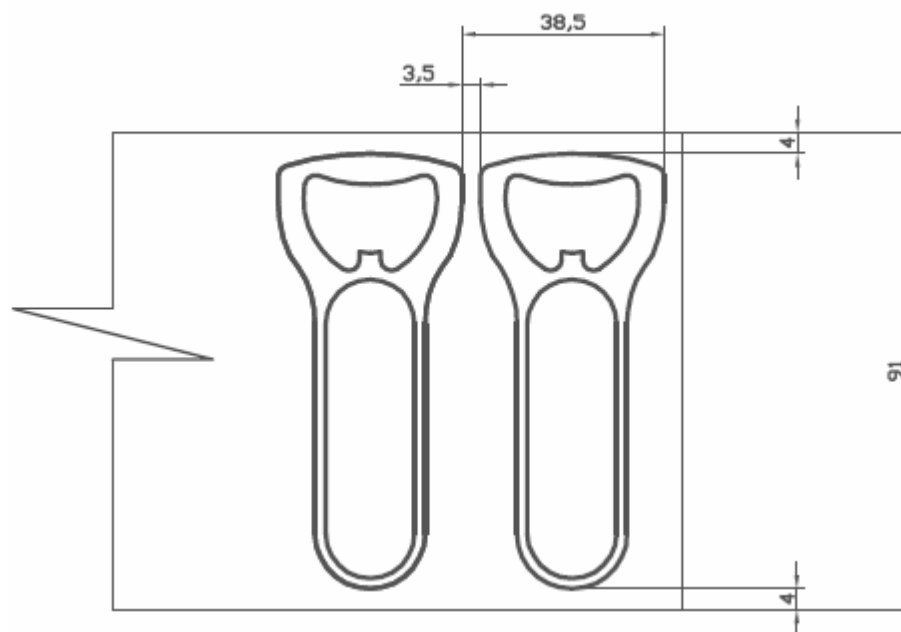
$š_p = A_š + F_š = 83 + 8 = 91\text{mm}$  (3)

$A_š$  – výška součásti [mm]

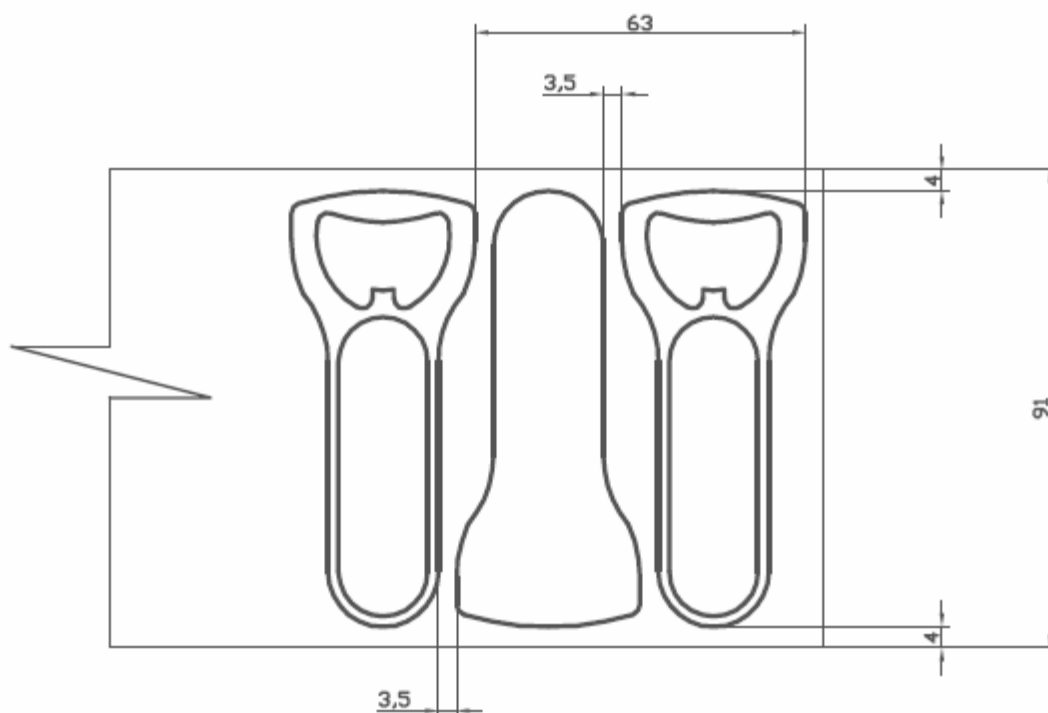
$F_š$  – šířka okraje [mm]

### 3.2. Rozmístění výlisku na pásu plechu

Varianta A



Varianta B



Obr.21. Varianty rozmístění výlisků



## 4. EKONOMICKÉ VYUŽITÍ MATERIÁLU

### 4.1. Výroba z tabule plechu

#### 4.1.1. Varianta A

**Počet celých výstřížků z pásu:**

$$f = \frac{n_1}{u} = \frac{2000}{38,5} = 51,94 \rightarrow 51 \text{ kusů} \quad (4)$$

**Počet celých pásů z tabule:**

$$g = \frac{n_2}{v} = \frac{1000}{91} = 10,98 \rightarrow 10 \text{ pásů} \quad (5)$$

**Počet výstřížků z tabule:**

$$P_{\text{tab.}} = f \cdot g = 51 \cdot 10 = 510 \text{ kusů} \quad (6)$$

**Plocha jednoho výstřížku:**  $F_v = 2905 \text{ mm}^2 = 0,002905 \text{ m}^2$

**Plocha tabule plechu:**  $F_t = 2000000 \text{ mm}^2 = 2 \text{ m}^2$

**Plocha všech výstřížků z 1 tabule:**  $Scv = 510 \cdot 2905 = 1481550 \text{ mm}^2 = 1,48 \text{ m}^2 \quad (7)$

**Využití tabule:**  $Vt = \frac{n \cdot F_v \cdot k}{F_t} = \frac{1481550}{2000000} = 0,74 \rightarrow 74\% \quad (8)$

**Hmotnost tabule ocelového plechu:**  $Ht = n_1 \cdot n_2 \cdot t \cdot \rho = 2000 \cdot 1000 \cdot 1,2 \cdot 7,85 = 18,84 \text{ kg} \quad (9)$

**Spotřeba tabulí plechu:**  $T = \frac{P_c}{P_{\text{tab.}}} = \frac{50000}{510} = 98,039 \rightarrow 99 \text{ tabulí}$

**Celková spotřeba plechu pro 50 000 ks:**  $Csp = Ht \cdot T = 18,84 \cdot 99 = 1865,16 \text{ kg} \quad \text{plechu} \quad (10)$

**Skutečná spotřeba:**  $Ss = Csp \cdot Vt = 1865,16 \cdot 0,74 = 1380,21 \text{ kg} \quad (11)$

**Technologický odpad:**  $To = Csp - Ss = 1865,16 - 1380,21 = 484,95 \text{ kg} \quad (12)$

#### 4.1.2. Varianta B

**Počet celých výstřížků z pásu:**

$$f = \frac{n_1}{lk} \cdot 2 = \frac{2000}{63} \cdot 2 = 31,74 \cdot 2 = 63,39 \rightarrow 63 \text{ kusů} \quad (13)$$

**Počet celých pásů z tabule:**

$$g = \frac{n_2}{\check{sp}} = \frac{1000}{91} = 10,98 \rightarrow 10 \text{ pásů} \quad (14)$$

**Počet výstřížků z tabule:**

$$P_{tab.} = f \cdot g = 63 \cdot 10 = 630 \text{ kusů} \quad (15)$$

$$\text{Plocha jednoho výstřížku: } F_v = 2905 \text{ mm}^2 = 0,002905 \text{ m}^2 \quad (16)$$

$$\text{Plocha tabule plechu: } F_t = 2000000 \text{ mm}^2 = 2 \text{ m}^2 \quad (17)$$

$$\text{Plocha všech výstřížků z 1 tabule: } S_{cv} = 630 \cdot 2905 = 1830150 \text{ mm}^2 = 1,83 \text{ m}^2 \quad (18)$$

$$\text{Využití tabule: } V_t = \frac{n \cdot F_v \cdot k}{F_t} = \frac{1830150}{2000000} = 0,91 \rightarrow 91\% \quad (19)$$

$$\text{Hmotnost tabule ocelového plechu: } H_t = n_1 \cdot n_2 \cdot t \cdot \rho = 2000 \cdot 1000 \cdot 1,2 \cdot 7,85 = 1884 \text{ kg} \quad (20)$$

$$\text{Spotřeba tabulí plechu: } T_t = \frac{P_c}{P_{tab.}} = \frac{50000}{630} = 79,37 \rightarrow 80 \text{ tabulí} \quad (21)$$

$$\text{Celková spotřeba plechu pro 50 000 ks: } C_{sp} = H_t \cdot T = 18,84 \cdot 80 = 1507,2 \text{ kg} \quad \text{plechu} \quad (22)$$

$$\text{Skutečná spotřeba: } S_s = C_{sp} \cdot V_t = 1507,2 \cdot 0,91 = 1371,5 \text{ kg}$$

$$\text{Technologický odpad: } T_o = C_{sp} - S_s = 1507,2 - 1371,5 = 135,7 \text{ kg}$$

## 4.2. Výroba ze svitku plechu

Svitek 1,2x91x800000

**Počet výstřížků z svitku:**

$$P_{c\text{svit.}} = \frac{n_2}{u} \cdot 2 = \frac{80000}{63} \cdot 2 = 2539 \text{ kusů}$$

**Plocha jednoho výstřížku:**  $F_v = 2905 \text{ mm}^2 = 0,002905 \text{ m}^2$  (23)

**Hmotnost svitku ocelového plechu:**  $H_s = n_1 \cdot n_2 \cdot t \cdot \rho = 91 \cdot 80000 \cdot 1,2 \cdot 7,85 = 68,57 \text{ kg}$  (24)

**Spotřeba svitků plechu:**  $T_s = \frac{P_c}{P_{c\text{svit.}}} = \frac{50000}{2539} = 19,69 \rightarrow 20 \text{ svitků}$  (25)

**Celková spotřeba plechu pro 50 000 ks:**  $C_{sp} = H_s \cdot T_s = 68,57 \cdot 20 = 1371,5 \text{ kg}$  plechu (26)

### 4.3. Cenové zhodnocení výroby

Cenová relace tabulí plechu u firmy Feron a.s

Tabule plechu: tab.1

PLECH NEREZ VÁLC.ZA STUDENA EN ISO 9445, EN 10088-2, zn. 1.4301+2B		
tloušťka	Rozměr tabule	Kč*kg <sup>-1</sup>
1,2	1000x2000	115,43

#### 4.3.1. Varianta A

Celková spotřeba plechu pro výrobu 50 000 ks varianty A je 99 tabulí.

#### Hmotnost a cena tabulí pro výrobu 50 000 ks

$$hmotnost \text{ tabulí} = 99 \cdot 18,84 = 1865,16 \text{ kg}$$

$$cena \text{ tabulí} = 1865,16 \cdot 115,53 = 215481,9 \text{ Kč}$$

#### 4.3.2. Varianta B z tabule plechu

Celková spotřeba plechu pro výrobu 50 000 ks varianty B je 80 tabulí.

#### Hmotnost a cena tabulí pro výrobu 50 000 ks

$$hmotnost \text{ tabulí} = 80 \cdot 18,84 = 1507,2 \text{ kg}$$

$$cena \text{ tabulí} = 1507,2 \cdot 115,43 = 173976 \text{ Kč}$$

#### 4.3.3. Varianta B ze svitku plechu : tab.2

PLECH NEREZ VÁLC.ZA STUDENA VE SVITKU EN ISO 9445, EN 10088-2, zn. 1.4301+2B		
tloušťka	Rozměr svitku	Kč*kg <sup>-1</sup>
1,2	91x800000	112,34

#### Hmotnost a cena svitku pro výrobu 50 000 ks

$$hmotnost \text{ svitků} = 20 \cdot 68,57 = 1371,5 \text{ kg}$$

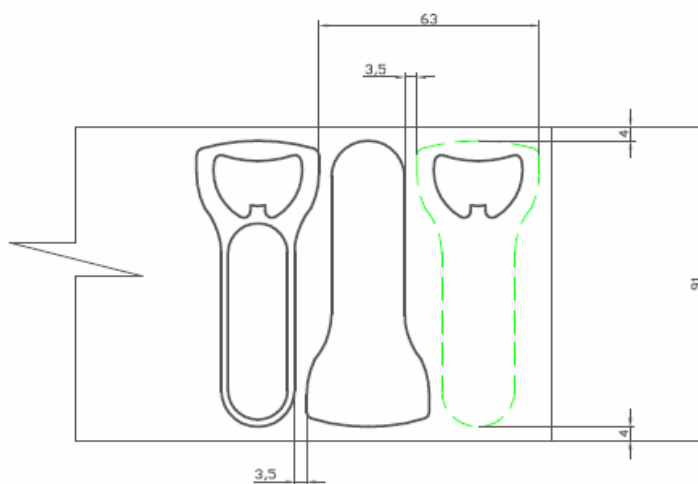
$$cena \text{ svitků} = 1371,5 \cdot 112,34 = 154074,31 \text{ Kč}$$

## 5. NÁVRCH VÝROBY OTVÍRÁKU LAHVÍ

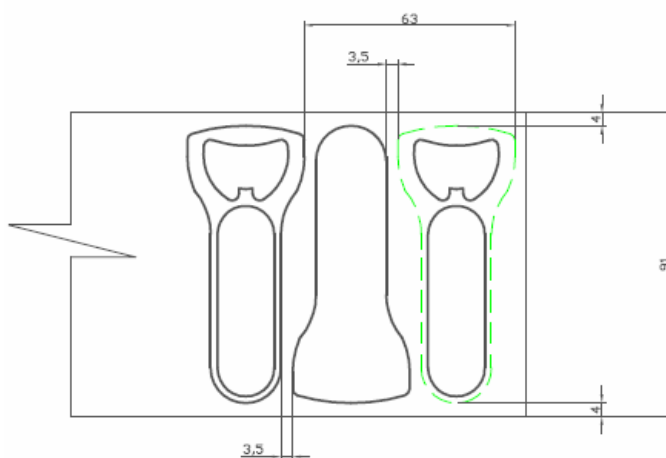
### 5.1. Volba nejvhodnější varianty z nástřihového plánu

Obr. 22. Varianty nástřihových plánů

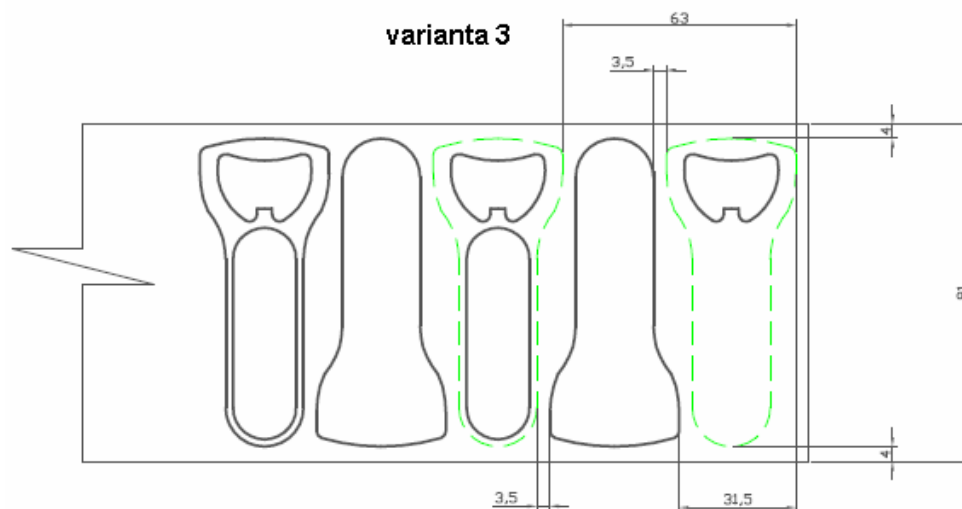
Varianta 1



varianta 2



varianta 3



## Z nástřihových plánů volím variantu číslo 3

### 1. operace :

- zasunutí pásu plechu mezi vodítko a střížnici
- prostřížení otvoru a prolisování zpevňovacího prolisu

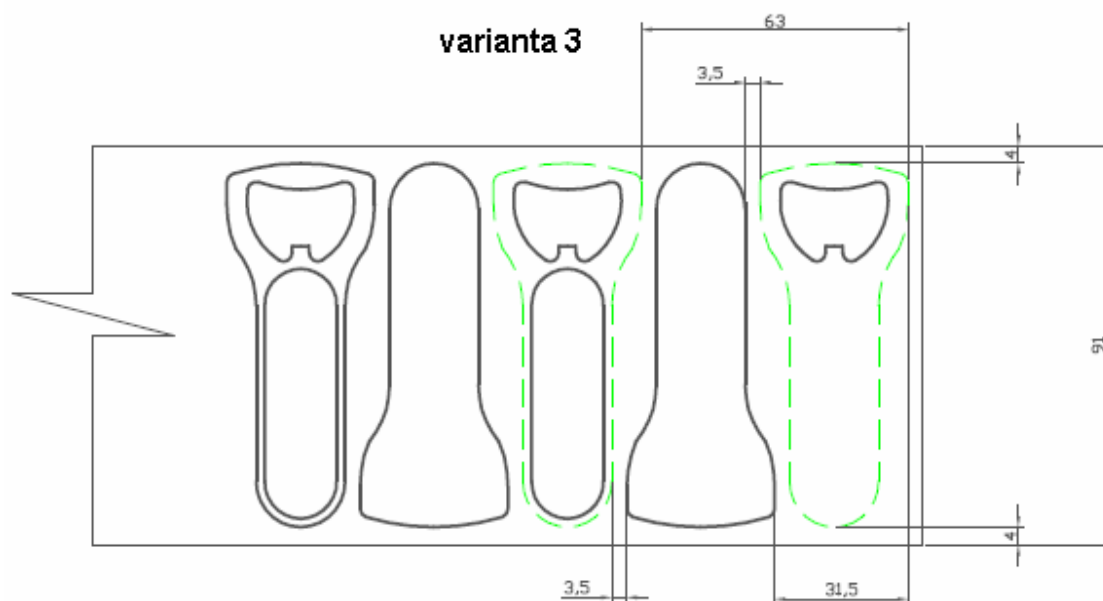
### 2. operace :

- posunutí pásu plechu
- prolisování zpevňovacího prolisu

### 3. operace :

- posunutí pásu plechu
- vystřížení konečného tvaru

Po vystřížení výlisků v jednom směru se pás plechu otočí a pokračuje se ve směru druhém stejným způsobem.



Obr. 23. Zvolena varianta nástřihového plánu

## Výpočty jednotlivých veličin

### a) střížná síla :

$$F_s = n \cdot \tau_s \cdot S \quad [N] \quad (27)$$

$$F_s = 1,2 \cdot (0,8 \cdot 400) \cdot (1,2 \cdot 515,8) \quad [N]$$

$$F_s = 237680,64 [N] = 237,7 [kN]$$

### b) střížná práce :

$$A = \frac{k \cdot F_s \cdot t}{1000} \quad [J] \quad (28)$$

$$A = \frac{0,55 \cdot 237680,64 \cdot 1,2}{1000} \quad [J]$$

$$A = 156,86 [J]$$

### c) Síla potřebná k setření materiálu ze střížníku :

$$F_u = k_{eu} \cdot F_s \quad [N] \quad (29)$$

$$F_u = 0,13 \cdot 237680,64 = 30898,48 [N]$$

### d) Síla k vysunutí střížníku ze střížnice:

$$F_v = k_{ev} \cdot F_s \cdot i \quad [N] \quad (30)$$

$$F_v = 0,05 \cdot 237680,64 \cdot 2 \quad [N]$$

$$F_v = 23768,064 \quad [N]$$

$F_s$  – střížná síla [N]

$S$  – střížná plocha [mm<sup>2</sup>]

$t$  – tloušťka plechu [mm]

$n$  – opravný součinitel na opotřebení nástroje (1,2–1,5) [-]

$i$  – počet výstřížků v neodlehčené části stříhadla [-]

$\tau_s$  – střížný odpor materiálu [Mpa] ( $\tau_s = 0,8 R_m$ )

$k_{eu}$  – koeficient (0,10 až 0,13)

$k_{ev}$  – koeficient (0,05)

e) Vůle mezi střížnicí a střížníkem :

a) Pro běžné stříhání se vůle určí z tabulek pro tloušťku plechu 1,2 mm 0,14 mm.

b) Vůli můžeme stanovit také početně :

$$V = 2 \cdot m = 0,16 \text{ mm} \quad (31)$$

$$m = \frac{V}{2} = c \cdot t \cdot 0,32 \sqrt{k_s} = 0,01 \cdot 1,2 \cdot 0,32 \sqrt{460,8} = 0,082 \text{ mm} \quad (32)$$

$$k_s = \frac{F_s}{S} = \frac{237680,64}{515,8} = 460,8 \quad (33)$$

V – střížná vůle [mm]

m – střížná mezera [mm]

c – koeficient závislý na stupni stříhu. ( 0,005-0,025)

$k_s$  – střížný odpor [-]

$F_s$  – střížná síla [N]

S – střížná plocha [mm<sup>2</sup>]

t – tloušťka plechu [mm]



## 5.2. Rozměry střížníku a střížnice:

ČSN 22 6015

### a) výrobkem je výstřížek

Střížnice:

$$35 \text{ h11} \quad \text{REV} = (\text{JR}-\text{P})^{+\text{TE}} = (35 - 0,120)^{+0,040} = 34,88^{+0,040}$$

$$83 \text{ h11} \quad \text{REV} = (\text{JR}-\text{P})^{+\text{TE}} = (83 - 0,170)^{+0,063} = 82,83^{+0,063}$$

$$21 \text{ h11} \quad \text{REV} = (\text{JR}-\text{P})^{+\text{TE}} = (21 - 0,110)^{+0,036} = 20,89^{+0,036}$$

Střížník:

$$35 \text{ H11} \quad \text{RAV} = (\text{JR}-\text{P}-\text{V}+\text{TA})^{-\text{TA}} = (35-0,120-0,16+0,025)^{-0,025} = 34,745^{-0,025}$$

$$83 \text{ H11} \quad \text{RAV} = (\text{JR}-\text{P}-\text{V}+\text{TA})^{-\text{TA}} = (83-0,170-0,16+0,030)^{-0,030} = 82,7^{-0,030}$$

$$21 \text{ H11} \quad \text{RAV} = (\text{JR}-\text{P}-\text{V}+\text{TA})^{-\text{TA}} = (21-0,110-0,16+0,025)^{-0,063} = 20,755^{-0,025}$$

### b) výrobkem je otvor

Střížník:

$$25,42 \text{ H11} \quad \text{RAD} = (\text{JR}-\text{P})^{-\text{TA}} = (25,42-0,110)^{-0,025} = 25,31^{-0,025}$$

$$18,22 \text{ H11} \quad \text{RAD} = (\text{JR}-\text{P})^{-\text{TA}} = (18,22-0,110)^{-0,025} = 18,11^{-0,025}$$

$$17 \text{ H11} \quad \text{RAD} = (\text{JR}-\text{P})^{-\text{TA}} = (17-0,100)^{-0,025} = 16,9^{-0,025}$$

$$57 \text{ H11} \quad \text{RAD} = (\text{JR}-\text{P})^{-\text{TA}} = (57-0,160)^{-0,030} = 56,84^{-0,030}$$

Střížnice:

$$25,42 \text{ h11} \quad \text{RED} = (\text{JR}+\text{P}+\text{V})^{+\text{TE}} = (24,42+0,110+0,16)^{+0,036} = 24,69^{+0,036}$$

$$18,22 \text{ h11} \quad \text{RED} = (\text{JR}+\text{P}+\text{V})^{+\text{TE}} = (18,22+0,110+0,16)^{+0,036} = 18,49^{+0,036}$$

$$17 \text{ h11} \quad \text{RED} = (\text{JR}+\text{P}+\text{V})^{+\text{TE}} = (17+0,100+0,16)^{+0,036} = 17,26^{+0,036}$$

$$57 \text{ h11} \quad \text{RED} = (\text{JR}+\text{P}+\text{V})^{+\text{TE}} = (57+0,160+0,16)^{+0,046} = 57,32^{+0,046}$$

### 5.3. Určení těžiště

tab. 3

těžiště	Obvod [mm]	Souřadnice - x [mm]	Souřadnice - y [mm]
T <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> = 177,9	x <sub>1</sub> = 84,0	y <sub>1</sub> =73,6
T <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> = 128,4	x <sub>2</sub> = 84,0	y <sub>2</sub> =34,5
T <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> =54,0	x <sub>3</sub> =21,0	y <sub>3</sub> =11,0
T <sub>4</sub>	F <sub>4</sub> =122,0	x <sub>4</sub> =21,0	y <sub>4</sub> =34,5
T <sub>5</sub>	F <sub>5</sub> =79,8	x <sub>5</sub> =21,0	y <sub>5</sub> =62,0
T <sub>6</sub>	F <sub>6</sub> =99,3	x <sub>6</sub> =21,0	y <sub>6</sub> =76,0

$$x_T = \frac{\sum Fx_n \cdot x_n}{Fx_n}$$

$$x_T = \frac{F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 + F_3 \cdot x_3 + F_4 \cdot x_4 + F_5 \cdot x_5 + F_6 \cdot x_6}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6}$$

$$x_T = \frac{177,9 \cdot 84 + 128,4 \cdot 84 + 54 \cdot 21 + 122 \cdot 21 + 79,8 \cdot 21 + 99,3 \cdot 21}{177,9 + 128,4 + 54 + 122 + 79,8 + 99,3}$$

$$x_T = \frac{44394}{661,4}$$

$$x_T = 67,1mm$$

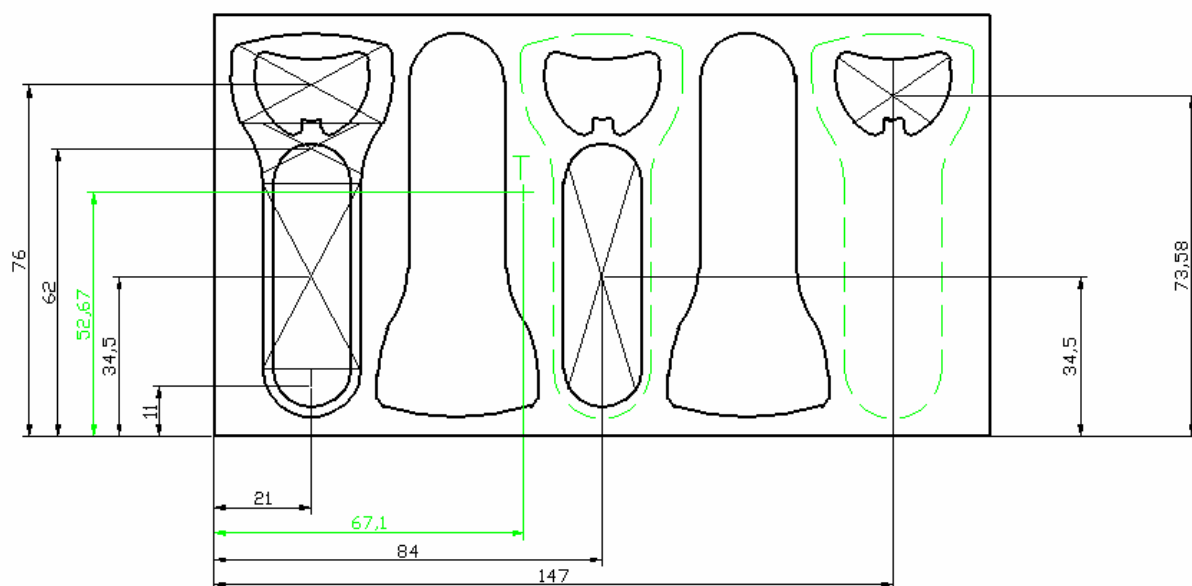
$$y_T = \frac{\sum Fx_n \cdot y_n}{Fx_n}$$

$$y_T = \frac{F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot y_2 + F_3 \cdot y_3 + F_4 \cdot y_4 + F_5 \cdot y_5 + F_6 \cdot y_6}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6}$$

$$y_T = \frac{177,9 \cdot 73,6 + 128,4 \cdot 34,5 + 54 \cdot 11 + 122 \cdot 34,5 + 79,8 \cdot 62 + 99,3 \cdot 76}{177,9 + 128,4 + 54 + 122 + 79,8 + 99,3}$$

$$y_T = \frac{34820,64}{661,4}$$

$$y_T = 52,6mm$$



Obr.24. Působíště výslednic střížných sil

## 6. Závěr

Úkolem této práce bylo vypracovat literární rešerši pro zadanou problematiku, zpracovat návrh možných variant řešení a jejich následné hodnocení. Pro vybranou variantu zpracovat nový technologický postup výroby.

U technologického postupu výroby bylo využito současných teoretických poznatků uvedených v dostupné literatuře. Z hlediska přesnosti, kvality povrchu a ekonomické nenáročnosti se jako optimální varianta řešení technologického postupu výroby jeví, technologie postupového stříhání. Z nástřihových plánů volím variantu č.3, z důvodu malé vzdálenosti mezi zpevňovacím prolisem, otvorem a obrysem součásti. Pro tuto variantu je navržen postupový nástroj a jeho výkresová dokumentace (příloha č.1 až č.5). Dle zadaných a vypočtených parametrů volím výstředníkový lis naklápěcí – rychloběžný LENR – 25-A. (příloha č.6)

Plechý a pásový materiál patří mezi úzkoprofilové polotovary. Je proto nutné, jak z hlediska výrobní ekonomie, tak i z hlediska národohospodářského, co nejvíce s nimi šetřit. Dobrého využití se docílí v první řadě dokonalým vyřešením nástřihových plánů, které zaručují nejvyšší využití výchozího materiálu. Ze dvou řešených variant nástřihového plánu jsem volil variantu B s využitím tabule plechu 91 %, oproti variantě A s využitím tabule plechu pouhých 74%. Na výrobu zadaného počtu součástí 50 000 kusů je u varianty B spotřeba 80 tabulí a u varianty A 99 tabulí, to má za následek vyšší výrobní cenu výlisku. Cena materiálu jednoho otvíraku je u varianty B 3,48 Kč a u varianty A 4,31 Kč. Další možností úspory materiálu, je zvolení varianty výroby ze svitku plechu, u této varianty je cena materiálu jednoho otvíraku 3,08 Kč ale je třeba počítat z větším stupněm automatizace a vyššími náklady na strojní zařízení.

## Seznam použitých symbolů a zkratek

Označení	Legenda	Jednotka
V	střížná vůle	[mm]
z	střížná mezera	[mm]
m	počet výstřížků	[-]
x	počet pásů z tabule	[-]
Fv	plocha výstřížku	[mm <sup>2</sup> ]
Fp	plocha pásu	[mm <sup>2</sup> ]
Ft	plocha tabule	[mm <sup>2</sup> ]
Fs	střížná síla	[N]
n	součinitel opotřebení	[-]
t	tloušťka plechu	[mm]
$\tau_s$	střížný odpor materiálu	[MPa]
k	koeficient závislý na tloušťce a druhu materiálu	[-]
L	střížný obvod	[mm]
S	střížná plocha	[mm <sup>2</sup> ]
A	Střížná práce	[J]
REV	rozměr střížnice při vystřihování	[mm]
RAV	rozměr střížníku při vystřihování	[mm]
P	přípustná míra opotřebení	[mm]
JR	jmenovitý rozměr součásti	[mm]
TE	výrobní tolerance střížnice	[mm]
TA	výrobní tolerance střížníku	[mm]
TS	tolerance jmenovitého rozměru	[mm]
$l_k$	délka kroku	[mm]
E	velikost můstku	[mm]
š	šířka součásti	[mm]
$\hat{s}_p$	šířka pásu	[mm]
$A_{\hat{s}}$	výška součásti	[mm]
$F_{\hat{s}}$	šířka okraje	[mm]
f	počet výstřížků z pásu	[-]
g	počet pásů z tabule	[-]
$n_1, n_2$	Rozměry tabule	[mm]
$x_1$	souřadnice těžiště	[mm]
$y_1$	souřadnice těžiště	[mm]

### Seznam použité literatury

- [1] KOTOUČ, J. a kol. : Tvářecí nástroje, ČVUT Praha 1993  
ISBN 80-01-01003-1
- [2] FOREJT, M. : Teorie tváření a nástroje, Nakladatelství VUT v Brně,  
ISBN 80-214-0294-6, Brno, 1991
- [3] FOREJT, M.: Teorie tváření, Akademické Nakladatelství CERM, 1.ed.,  
ISBN 80-214-2764-7, Brno, 2004
- [4] <http://www.ferona.cz>, Sortimentní katalog FERONA CZ ,2009
- [5] <http://www.ksp.tul.cz>, Skripta tváření kovu a plastu
- [6] BAREŠ, K. a kolektiv: Lisování, 1.vyd. , Praha, SNTL, 1971

## **SEZNAM PŘÍLOH :**

**PŘÍLOHA 1 – Parametry lisu LNER – 25 A**

**PŘÍLOHA 2 – Nomogram pro určení můstku a okraje při stříhání**

**PŘÍLOHA 3 – Normy stříhání**

**PŘÍLOHA 4 – Normy stříhání**

**PŘÍLOHA 5 - Výkres BC – 1 – 3P – 2009**

**PŘÍLOHA 6 - Výkres BC – 2 – 3P – 2009**

**PŘÍLOHA 7 - Výkres BC – 3 – 3P – 2009**

**PŘÍLOHA 8 - Výkres BC – 4 – 3P – 2009**

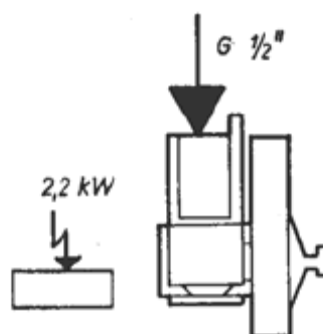
**PŘÍLOHA 9 - Výkres BC – 5 – 3P – 2009**

Příloha 1

# Technické údaje lisu LENR 25 - A

## Technické údaje

		LENR 25-A	LENR 40-A
Číselný znak	513 112	—4967 12	—5368 12
Jmenovitá síla	Mp	25	40
Pracovní dráha — (podle velikosti zdvihu Z)	mm	0,6—5,7	0,6—6,4
Tvářecí práce při jednotlivých zdvizích/ při trvalém chodu	kpm	40/20	80/40
Rozsah použití při stříhání plechu pevností 40 kp mm <sup>-2</sup> :			
největší tloušťka — při jednotlivých zdvizích	mm	3,2	4
— při trvalém chodu	mm	1,6	2
největší střížná plocha	mm <sup>2</sup>	630	1 000
Počet zdvihů beranu	za min	125	110
Počet využitelných zdvihů beranu	za min	40	40
Vyložení A	mm	190	220
Průchod B	mm	220	250
Sevření H	mm	220	250
Zdvih beranu Z	mm	8—98	8—110
Přestavitelnost beranu E	mm	55	60
Upínací dutina beranu $\varnothing d/k$	mm	32/60	40/75
Upínací plocha stolu $l_1 \times b_1$	mm	530/370	630/430
Propad ve stole $\varnothing d_1/o \times p$	mm	200/250 $\times$ 160	220/280 $\times$ 180
Tloušťka upínací desky $h_1$	mm	55	60
Otvor pro vložku v upínací desce $\varnothing d_2/\varnothing d_3$	mm	160/180	200/220
Otvor ve vložce $\varnothing d_4$	mm	80	100
Naklopení stojanu		0—30°	0—28°
Výkon elektromotoru	kW	2,2	4
Spotřeba nasátého vzduchu na 1 zapnutí spojky	dm <sup>3</sup>	3	4
Rozměry lisu: S $\times$ L	mm	975 $\times$ 1 400	1 085 $\times$ 1 500
výška V	mm	1 945	2 130
Hmotnost lisu	kg	1 500	2 400
Hmotnost lisu se zámořským obalem	kg	1 900	3 150
Objem/počet obalů	m <sup>3</sup> /kusů	3,8/1	7,5/1

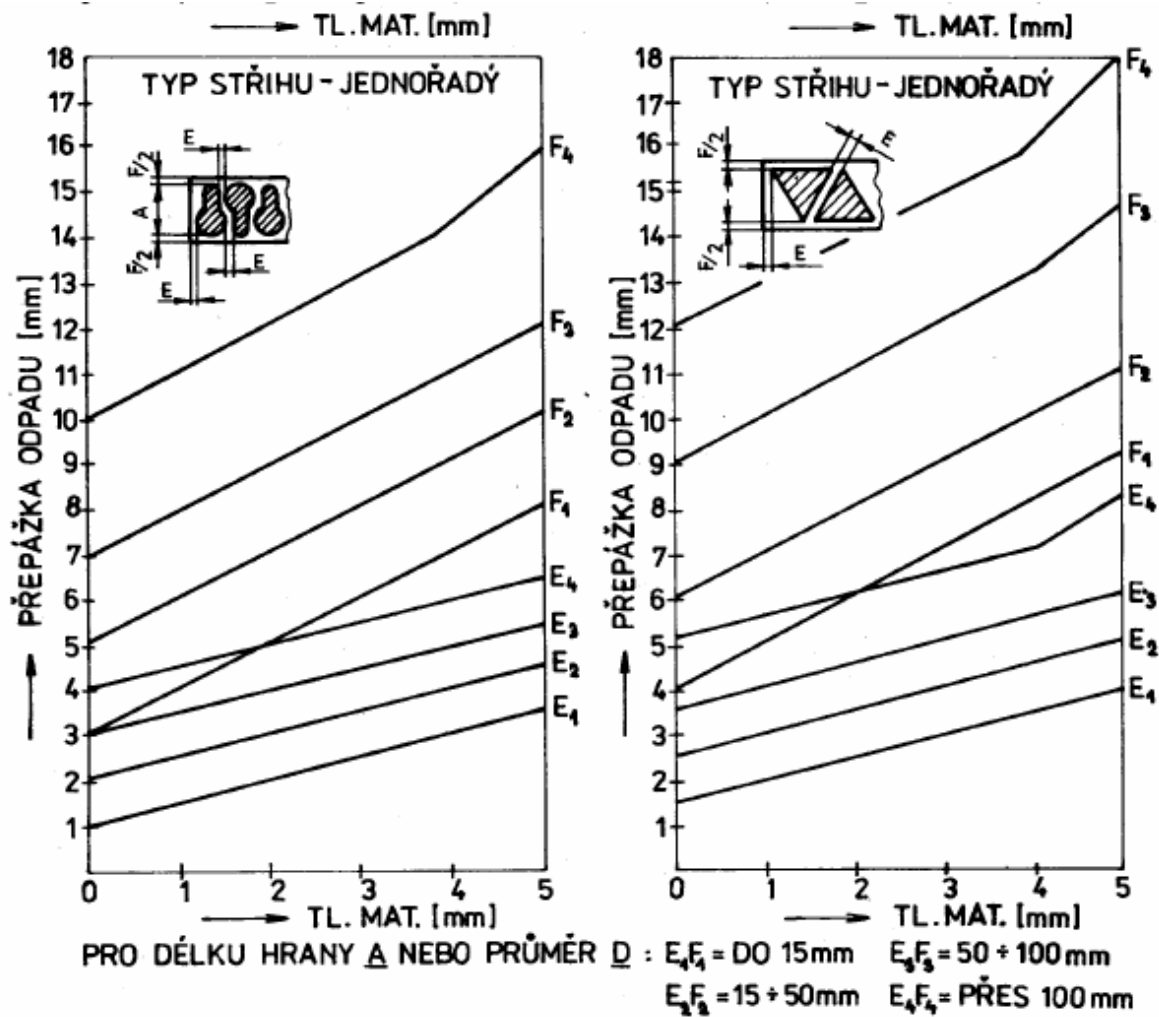


LENR 25-A





Příloha 2



**Příloha 3**

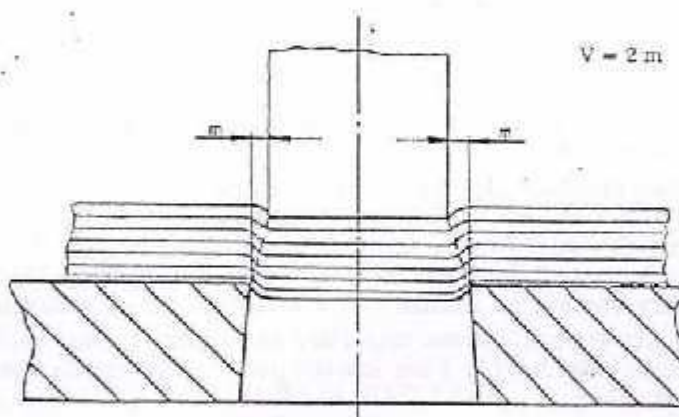
Tolerance součástí TS		Připustná míra opotřebení P	Výrobní tolerance	
od	do		Střížnice - TE	Střížník - TA
0,020	0,025	0,020	0,007	0,004
0,025	0,030	0,025	0,008	0,005
0,030	0,035	0,030	0,009	0,006
0,035	0,040	0,035	0,011	0,008
0,040	0,045	0,040	0,013	0,009
0,045	0,050	0,045	0,016	0,011
0,050	0,060	0,050	0,019	0,013
0,060	0,070	0,060	0,022	0,015
0,070	0,080	0,070	0,025	0,018
0,080	0,090	0,080	0,029	0,020
0,090	0,100	0,090	0,032	0,023
0,100	0,120	0,100	0,036	0,025
0,120	0,140	0,110	0,036	0,025
0,140	0,160	0,120	0,040	0,027
0,160	0,180	0,140	0,043	0,030
0,180	0,200	0,160	0,054	0,035
0,200	0,220	0,170	0,063	0,040
0,220	0,240	0,180	0,072	0,046
0,240	0,260	0,200	0,081	0,052
0,260	0,280	0,220	0,089	0,057
0,280	0,300	0,230	0,089	0,057
0,300	0,320	0,250	0,100	0,064
0,320	0,350	0,270	0,100	0,062
0,350	0,370	0,290	0,120	0,074
0,370	0,400	0,310	0,120	0,074
0,400	0,430	0,330	0,140	0,087
0,430	0,460	0,350	0,140	0,087
0,460	0,500	0,360	0,160	0,100
0,500	0,530	0,410	0,160	0,100
0,530	0,560	0,430	0,160	0,100
0,560	0,600	0,460	0,190	0,120
0,600	0,650	0,500	0,190	0,120
0,650	0,700	0,540	0,230	0,140
0,700	0,750	0,580	0,230	0,140
0,750	0,800	0,620	0,250	0,160
0,800	0,900	0,680	0,250	0,180
0,900	1,000	0,760	0,290	0,185
1,000	1,200	0,880	0,320	0,210
1,200	1,400	1,000	0,360	0,230
1,400	více	1,200	0,400	0,250

## Příloha 4

Je vhodná pro všechny druhy a tloušťky materiálu, její relativní hodnota, vyjádřená v % tloušťky materiálu, se s růstem tloušťky zvětšuje. Užívá se pro značně namáhaná stříhadla, která pracují i v obtížných podmínkách.

d) střížná vůle pro nekovové materiály — viz tab. 13 uvedená v příloze této normy

Nekovové běžně užívané materiály jsou rozděleny do dvou skupin. Pro každou skupinu platí hodnoty vyjádřené na grafu v lineární závislosti k tloušťce stříhaného materiálu.



Obr. 1

8. Výpočtem lze stanovit hodnotu střížné vůle podle vzorců, sestavených na základě praktických zkušeností:

a) pro plechy o tloušťce do 3 mm

$$m = \frac{V}{2} = c \cdot t \cdot 0,32 \sqrt{k_s} \quad [6]$$

b) pro plechy o tloušťce větší než 3 mm

$$m = \frac{V}{2} = (1,5 c \cdot t - 0,015) \cdot 0,32 \sqrt{k_s} \quad [7]$$